

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 2002150563 A

(43) Date of publication of application: 24.05.02

(51) Int. Cl

G11B 7/0045

B41M 5/26

(21) Application number: 2001263598

(71) Applicant: MITSUBISHI CHEMICALS CORP

(22) Date of filing: 31.08.01

(72) Inventor: SUZUKI YUKI

(30) Priority: 01.09.00 JP 2000265158

(54) METHOD AND MEDIUM FOR OPTICAL RECORDING

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To cover the sensitivity of an organic dye recording medium and to realize recording at a high linear velocity by contriving a pulse strategy.

irradiating the optical recording medium having a recording layer including organic dye on a transparent substrate with laser beams for recording which is pulse-divided into $n-2$ pieces (n is an integer ≥ 2) (provided, one piece in the case of $n=2$), the length of a leading pulse is 1.7 T to 2.4 T and the lengths of the second and succeeding pulses (multi pulses) are 0.7 T to <1.0 T.

SOLUTION: In the recording method to an optical recording medium for forming the recording mark of recorded data nT (T is a reference clock period) by

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-150563

(P2002-150563A)

(43)公開日 平成14年5月24日 (2002.5.24)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

G 1 1 B 7/0045

F I

コード(参考)

B 4 1 M 5/26

G 1 1 B 7/0045

Z 2 H 1 1 1

A 5 D 0 9 0

B 4 1 M 5/26

Y

審査請求 未請求 請求項の数8 OL (全13頁)

(21)出願番号 特願2001-263598(P2001-263598)

(22)出願日 平成13年8月31日 (2001.8.31)

(31)優先権主張番号 特願2000-265158(P2000-265158)

(32)優先日 平成12年9月1日 (2000.9.1)

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72)発明者 鈴木 夕起

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社内

(74)代理人 100103997

弁理士 長谷川 曜司

Fターム(参考) 2H111 EA03 EA12 EA22 EA25 EA31

FB42

5D090 AA01 BB03 CC01 KK03 KK05

(54)【発明の名称】 光記録方法および光記録媒体

(57)【要約】

【課題】 パルスストラテジーを工夫することにより、有機色素系光記録媒体の感度を補い、また高線速記録を可能にする。

【解決手段】 透明基板上に、有機色素を含んだ記録層を有する光記録媒体に対し、 $n-2$ 個 (n は2以上の整数) に (但し、 $n=2$ の場合は1個に) パルス分割した記録用レーザー光を照射することにより、記録データ nT (T は基準クロック周期) の記録マークを形成する光記録媒体の記録方法であって、先頭パルスの長さを1.7T以上2.4T以下とし、2番目以降のパルス (マルチパルス) の長さを0.7T以上1.0T未満にすることを特徴とする、光記録方法。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に、有機色素を含んだ記録層を有する光記録媒体に対し、 $n - 2$ 個 (n は2以上の整数) に(但し、 $n = 2$ の場合は1個に) パルス分割した記録用レーザー光を照射することにより、記録データ nT (T は基準クロック周期) の記録マークを形成する光記録媒体の記録方法であって、

先頭パルスの長さを1.7T以上2.4T以下とし、2番目以降のパルス(マルチパルス)の長さを0.7T以上1.0T未満にすることを特徴とする、光記録方法。

【請求項2】 先頭パルスの長さを1.9T以上2.4T以下とすることを特徴とする、請求項1記載の光記録方法。

【請求項3】 記録線速度が9.0m/s以上である、請求項1または2記載の光記録方法。

【請求項4】 n が3以上の整数である、請求項1ないし3のいずれかに記載の光記録方法。

【請求項5】 再生光パワー P_r のバイアスパワー P_b に対する割合 P_r/P_b を、記録線速度が増すにつれて増加させることを特徴とする、請求項1ないし4のいずれかに記載の光記録方法。

【請求項6】 記録線速度 \times 倍速での記録における記録変調度と、 $(X + 1)$ 倍速での記録における記録変調度との差が10%以下である光記録媒体に対して、記録を行うことを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の光記録方法。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれかに記載の光記録方法にて記録可能な光記録媒体。

【請求項8】 請求項1ないし6のいずれかに記載の光記録方法にて記録された光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機色素を含む記録層をもつ光記録媒体に対し、高速記録を可能にし、また記録感度の不足を補い良好な記録再生特性を実現する光記録方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、光記録媒体への高密度記録のため、記録再生用レーザー光の発振波長の短波長化が進み、現在主流の波長780nmや830nm程度のレーザー光で記録再生可能な光記録媒体から、波長640nm～680nmの半導体レーザー光を用いるDVDへ、更には600nm以下のレーザー光にて記録再生可能な光記録媒体へと、開発が進められている。

【0003】かかる光記録媒体としては、一度だけ記録が可能な追記型と、記録・消去が何度もできる書き換え可能型がある。例えば追記型としては、記録層に有機色素を含む有機色素系光記録媒体が挙げられ、書き換え可能型としては、光磁気効果を利用した光磁気記録媒

変化を利用した相変化型光記録媒体などが挙げられる。

【0004】 有機色素系光記録媒体に関しては、近年波長640nm近傍のレーザー光にて記録再生を行う追記型光記録媒体(DVD-R)の3.95GB容量の規格が成立した。その規格書などに一部示されるとおり、マーク長変調記録において、光記録用の入射レーザー光をマルチパルス化することにより、記録マークのエッジのタイミングを制御する方法が確立した。また記録装置に関しても、高密度記録に最適なシステムが実用化されている。

【0005】 例えば、Tech. Rep. IEICE CPM 96-152 (1997) 27の図は、記録線速度約3.5m/sにおいて、記録光の先頭パルスの長さを1.3T～1.5T (T は基準クロック周期)、2番目以降のパルス(マルチパルス)を0.6T～0.7Tとした例が記載されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 相変化型光記録媒体の様に、記録特性の記録線速度依存性(以下「記録線速度依存性」と称す)が極めて小さい記録媒体が存在している一方で、有機色素系光記録媒体は記録線速度依存性が大きく、高速記録が課題となっている。例えばGesbT系の相変化型光記録媒体(以下、単に「相変化媒体」と称することがある)に対し、1種類の「記録に用いるパルスストラテジー」(以下、単に「パルスストラテジー」と称す)を採用し、記録線速度1.4m/s、5.6m/s、10m/sにて記録を行う場合、各速度における最適記録パワーは、それぞれ11mW、12mW、13mW程度であり記録感度の差は小さい。

【0007】 しかしDVD-Rのような有機色素系光記録媒体の場合、従来のパルスストラテジー(DVD-Rの3.95GB規格書のベーシックストラテジー)を用いて、上記各速度にて記録を行うと、最適記録パワーは、それぞれ3mW、12mW、15mW以上となる。このように、記録速度に対する記録感度の変化が非常に大きい。図1に、記録層に含まれる色素が異なる10種類のDVD-Rについて、同じパルスストラテジー(DVD-Rの規格3.95GB規格書のベーシックストラテジー)を用い、波長635nmの記録光を用いて1倍速(記録線速度3.5m/s)と2倍速(同7.0m/s)にて記録を行った場合の最適記録パワーを示す。この図から、有機色素系光記録媒体の記録線速度依存性は、色素の種類に因らないことがわかる。

【0008】 光学記録用レーザーはかなり改良されてきてはいるものの、それ程高パワーのレーザーはまだ普及していないため、実際の記録装置における記録パワーは、例えば波長600～700nmのレーザーを用いたもので、最高約15mW程度のものが多い。さらに400nm～500nm記録用のレーザーに至っては商品化がなされて間もないため、現状では14mW程度が限界

速度依存性があることは、有機色素系光記録媒体にとって大きな課題である。ただ、CD-Rの記録／再生に使用されている波長780nmの半導体レーザーの例にみると、半導体レーザーの出力向上は極く短期間に実現される可能性もある。しかし近い将来、例えば発振波長600～700nmで出力20mW以上であるような高出力の半導体レーザーが実用化されたとしても、記録パワーの向上だけでは21.0m/s (DVD系光記録媒体における6倍速に相当) や28.0m/s (同8倍速に相当) といった、更なる高速での記録には、適応しきれなくなることが予想される。

【0009】上記課題を解決する方法は大きく分けて2つある。まずパルスストラテジーを工夫する、すなわち記録の際に使用する記録用レーザー光の出射のパルス、パルス列の設定を工夫するという方法が挙げられる。この方法に関しては電子材料(1996年)6月号50頁、DVD-Rの3.95GB規格書(Ver.1.0)、特開平11-195242号公報等に記載があり、これらの文献においては(n-2)個のパルス分割を基本として先頭パルスが1.2T～1.5T、マルチパルスが0.6T～0.7Tであるパルスストラテジーと、記録線速度3.5m/s (1倍速記録)を採用している。このパルスパターンを用いた記録方式は、有機色素系光記録媒体のもう一つの課題、すなわち色素層(記録層)の熱伝導度が小さいために生じる長マークと短マークの記録感度差を低減するためには極めて有効であるが、記録線速度依存性を補うには十分とは言えない。

【0010】記録線速度依存性を解決するもう一つの方法は、有機色素系光記録媒体の構成、例えば色素や反射層材料の選択である。有機色素系光記録媒体の場合、記録層に含まれる色素自体の熱伝導度が小さいため、相変化媒体などの無機系の記録層と比べて記録用レーザー光によるスキャン方向の余熱効果が小さい。また一般に、高熱伝導度の金属反射層が積層されているために、記録層から反射層の方向への放熱による冷却が大きい。この2つの理由により、構造上、記録線速度依存性が相変化媒体などに較べて大きい。

【0011】この欠点を克服する手立てとして、例えば、

- 1) 金(現在、実際に光記録媒体に使用されている金属反射層の中では、最も熱伝導度が小さい)より熱伝導度が小さい金属を反射層として採用し、さらにその反射層の膜厚を60nm(実際に金属層が反射層として働く限界の薄さと考えられている)よりも薄くすること、
- 2) 記録層に含まれる色素を、記録波長での吸光度がより大きい有機色素に変更する、すなわち、記録再生波長での膜の消衰係数がより大きい記録層に変更すること、あるいは、
- 3) 金属反射層と記録層の間に、窒化物などの低熱伝導

すれにせよ、光記録媒体の反射率が従来の有機色素系光記録媒体(CD-R、DVD-R)よりは、かなり低くなる方向への変更である。現在の有機色素系光記録媒体における大きな利点の一つであるROM媒体との互換性、すなわちCD-RのCDとの互換性、DVD-RのDVDとの互換性を重視するなら、上記方法による記録線速度依存性の改善は好ましくない。なお、商品の多様化が進み、ROM媒体との互換性をそれほど重要視しない、低反射率タイプの有機色素系光記録媒体の需要が発生した場合には、前述1)～3)のような手段による記録線速度依存性の改善は、特に問題にならないと考えられる。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者は、通常の有機色素系光記録媒体における高速記録時の記録感度の不足、および、比較的記録感度の悪い有機色素系光記録媒体の感度不足を補うために有効な、記録の際のレーザー印加時間の条件を検討した。同時に、高速記録での大幅な変調度の増加によるウォブルのC/Nの劣化(ノイズの上昇)、および記録後におけるLPP(ランドプレピット)等のアドレス用信号の品質劣化などの、悪影響の抑制についても検討した。結果、記録用に照射するパルス分割されたレーザー光において、パルストレインの先頭パルスの時間を従来よりも長くし、それにともない、記録マークの長さ方向の熱的バランスをとるために、マルチパルスも長くすることが必要である、と考えた。

【0013】すなわち本発明は、透明基板上に、有機色素を含んだ記録層を有する光記録媒体に対し、n-2個(nは2以上の整数)に(但し、n=2の場合は1個に)パルス分割した記録用レーザー光を照射することにより、記録データnT(Tは基準クロック周期)の記録マークを形成する光記録媒体の記録方法であって、先頭パルスの長さを1.7T以上2.4T以下とし、2番目以降のパルス(マルチパルス)の長さを0.7T以上1.0T未満にすることを特徴とする、光記録方法に存する。また該記録方法にて記録可能な光記録媒体、および該記録方法にて記録された光記録媒体に存する。

【0014】

【発明の実施の形態】本発明の特徴は、いわゆるDVD-Rへの記録について、従来、唱されていたパルスストラテジーに於けるよりも、分割された個々のパルス長を長くすることにより、有機色素系光記録媒体に対する、より高線速での記録が可能になった点にある。本発明は、特に記録線速度が9.0m/s以上の場合に特に有効である。また、最短マーク長が $0.30\lambda/NA(\mu m)$ ～ $0.45\lambda/NA(\mu m)$ (NA(開口率)=0.6～0.8、 λ (記録再生波長)= $0.40\sim0.70\mu m$)で定義されるEFM+変調(8-16変調)のランダムなマーク長変調記録を行う場合に、特に有効であ

【0015】本発明は、長さ nT (n は 2 以上の整数) のマークを形成する際に有効であるが、 n が 3 以上の整数である場合に、本発明の効果がより顕著に現れる。以下、DVD-Rへの記録を例に、本発明を詳細に説明する。本発明において、例えば最短マーク長が $0.30\lambda/NA(\mu m) \sim 0.45\lambda/NA(\mu m)$ ($NA = 0.6 \sim 0.8, \lambda = 0.40 \sim 0.70\mu m$) で定義される EFM+変調 (8-16変調) のランダムなマーク長変調記録を行う場合には、長さ nT (n は 2 ~ 14 の整数) のマークを記録する際のレーザーパワーの印加時間を、 $\alpha(n, 1), \alpha(n, 2), \alpha(n, 3) \dots \alpha(n, n-2)$ で示される $n-2$ 個 (但し、 $n=2$ の場合は 1 個) のパルストレインに分割し、各パルストレインの先頭パルス $\alpha(n, 1)$ の時間の長さを基準クロック周期 T に対して $1.7T$ 以上 $2.4T$ 以下にし、 $\alpha(n, 2) \sim (n, n-2)$ の時間の長さを $0.7T$ 以上 $1.0T$ 未満にする。なお本明細書において、 $\alpha(n, k)$ とは、 α が時間を表す関数を表し、 n はパルス長 nT の n に対応し、 k はパルストレインの何番目に相当するかを表す。

【0016】ここでいう $\alpha(n, 1)$ は、従来のDVD-Rの規格書において nT_{top} と示されているものに相当し、 $\alpha(n, 2) \sim \alpha(n, n-2)$ は nT_{multi} と示されているものに相当する。マルチパルス化した照射パルストレイン中の、各オフパルス部およびマルチパルス部の名称を図3および図4に示す。波長 $400 \sim 700 nm$ 程度のレーザー光を記録再生波長として用いる場合、その検出限界から (キャリアーレベルが $50 dB$ 以上が好ましい)、最短マーク長は $0.30\lambda/NA(\mu m) \sim 0.45\lambda/NA(\mu m)$ (但し、 $NA = 0.6 \sim 0.8, \lambda = 0.40 \sim 0.70\mu m$) の範囲であるが、DVD-ROMとの互換性を得るために、通常、最短マーク長は $0.40\mu m$ とする。その場合、記録速度を $3.5 m/s$ (1倍速)、その時の $1T$ (基準クロック周期) を $3.8 \sim 2 ns$ とすることにより、最短マーク長 ($3T$) が約 $0.40\mu m$ となり、DVD-R 1枚あたりの記録容量が $4.7 GB$ となることが知られている。

【0017】従ってDVD-Rの場合、 $4.7 GB$ の記憶容量を保ったまま記録速度を上げるには、 $1T$ は 2 倍速、3倍速、4倍速記録ではそれぞれ $1.9 \sim 1 ns, 1.2 \sim 7 ns, 9 \sim 6 ns$ となる。本発明では基本的に、 $4.7 GB$ のDVD-Rに対する記録線速度 1倍速 ~ 4倍速での記録の例をあげて説明している。ちなみに最短マーク長を $0.35\mu m$ とする場合には、クロック周波数を変えずに光記録方法の回転数 (線速度) を下げるか、あるいは、回転数を変えずにクロックの周波数をあげて $1T$ の長さを短くすればよい。

【0018】本発明のパルスストラテジーは、従来公知

かしこの分割数は著しく熱干渉を低減できることから、じつは低線速記録時に使用するよりも、高線速記録の際にはるかに有効であることがわかった。また図2に示すように、EFM+変調記録で代表されるランダム信号を記録する場合には、 $\alpha(n, 1)$ を長くするほど、記録に必要なレーザーパワーを低減することができる。例えば $\alpha(n, 1)$ を、DVD-R用パルスストラテジーとして従来から知られている $1.2T \sim 1.5T$ よりも長くすることにより、高線速記録での感度補正のためにも、また、吸収係数 (k) が小さくて低線速であっても記録が不可能であるような記録感度の悪い光記録媒体の感度補足のためにも、極めて有効である。

【0019】本発明のパルスストラテジーにおいて、先頭パルスの $\alpha(n, 1)$ は $1.7T$ 以上 $2.4T$ 以下である。4倍速 ($14.0 m/s$) 以上での記録も考慮すると、 $\alpha(n, 1)$ として好ましくは $1.8T$ 以上 2.4 以下、更に好ましくは $1.9T$ 以上 $2.4T$ 以下である。 $\alpha(n, 1)$ が $1.7T$ より短い場合には、本発明の目的である高線速での記録に十分な記録感度が得られず、一般的な記録用レーザーの出射パワーである $15 mW$ 以下では、3倍速 ($9.0 m/s$) 以上の記録が不可能となる。また $2.4T$ よりも長い場合、マルチパルスの長さをほぼ $1.0T$ としても、これに比して先頭パルスとして与えられるパワーが大きすぎる。このため、記録マークの始端部と終端部との熱バランスがとれなくなり、長マークの再生波形に図アのような歪みが生じ、ジッターが悪化する。波形歪みは長マークの場合ほど顕著である。

【0020】図ア～図エは、記録されたマークのオシロスコープでの再生波形における、波形歪みの善し悪しを説明した図である。図アは、記録部 (マーク) の始端にあたる再生波形に大きな歪みがあるため好ましくない例であり、図イは熱的にバランスが取れている好ましい再生波形の例であり、図ウは記録部の後端に相当する再生波形に若干の歪みが生じているが、この程度なら問題ないという例であり、図エは記録部の後端にあたる再生波形に大きな歪みがあるため好ましくない例である。

【0021】図アは、先頭パルスがマルチパルスに比して長すぎる場合、あるいはマルチパルスが短すぎる場合に生じ、図エはマルチパルスが長すぎるか先頭パルスが短すぎる場合、あるいは溝幅が広すぎる案内溝をもつ基板上に、発熱量の大きい色素を含む記録層を設けた場合に生じやすい再生波形である。先頭パルス $\alpha(n, 1)$ を $1.7T$ 以上 $2.4T$ 以下とする場合、従来のようにマルチパルス $\alpha(n, 2) \sim \alpha(n, n-2)$ を $0.6T \sim 0.7T$ とすると、 $6T$ 以上の長マークの再生波形が図アに示すごとく歪みの大きなものとなる。このため、各 nT の記録マークのエッジ (始端部と終端部) のタイミングが合わなくなるためジッターが高くなる。

0.7 T 以上 1.0 T 未満、記録用レーザーの発光の立ち上がり・立ち下がりの不安定さの影響を除くために、より好ましくは 0.8 T 以上 0.9 T 以下にすると、図イまたは図ウに示す形状の再生波形が得られ、各 n T の記録マークのエッジのタイミングが合った、ジッターの良い記録ができる。ちなみに、本発明の記録方法を実施する記録装置において、記録用レーザー光の光源である半導体レーザーの、発光の立ち上がりおよび立ち下がりに要する時間は 5 n s 以下が好ましく、3 n s 以下であればより好ましい。記録パワーに対する充分なジッターマージンを確保し、かつ、より良好なジッター値を得るためにには、 $\alpha(3, 1)$ と $\alpha(4, 1)$ と $\alpha(5, 1)$ ~ $\alpha(14, 1)$ をそれぞれ異なる値に設定したり、また $\alpha(3, 1)$ と $\alpha(4, 1)$ と $\alpha(5, 1)$ と $\alpha(6, 1)$ ~ $\alpha(14, 1)$ をそれぞれ異なる値に設定することが、さらに好ましい。

【0023】前記した長マークにおける再生波形の歪みは、記録層中の色素の諸特性にもある程度依存する。例えば、記録用レーザー光照射による色素分解時に発熱量が小さいか吸熱性である色素、あるいは記録波長における吸光度ならびに消衰係数が小さい色素を用いた場合、記録された信号の再生波形歪みが図イに近くなる傾向があり好ましい。図3に、本発明のパルスパターンと従来のパルスパターンの比較を示す。本発明のパルスストラテジーにおいて、3 T スペース後の 3 T ~ 14 T マークの記録時のみ、先頭パルスを 1 n s 程度短くする「マーク間補償」を行っても良い。

【0024】かかる条件を満たし、また、パルスストラテジー設計上の容易性を考慮すると、オフパルス区間、例えば図4に示す 6 T マークの記録用パルスにおける $\gamma(n, 2)$ ~ $\gamma(n, n-2)$ は、各々独立に 0 T を超えて 0.3 T 以下であることが好ましい。オフパルス区間 $\gamma(n, 2)$ ~ $\gamma(n, n-2)$ 、特に $\gamma(n, n-2)$ を上記範囲よりも大きくすることは、特に長マークの記録時の、終端部の蓄熱を緩和することが可能となる点は有効ではあるが、パルス出射回路を複雑にする傾向がある。

【0025】なお、記録線速度に応じてパルスストラテジーを変えることは、ジッターのマージンを確保するためには好ましい。例えば、記録線速度 3.0 ~ 4.0 m/s (DVD-R 規格における、ほぼ 1 倍速に相当) では先頭パルスの長さを 1.0 T 以上 1.6 T 以下、マルチパルスの長さを 0.6 T 以上 0.7 T 以下、記録線速度 6.0 ~ 8.0 m/s (DVD-R 規格における、ほぼ 2 倍速に相当) で先頭パルスの長さを 1.3 T 以上 1.7 T 以下、マルチパルスの長さを 0.6 T 以上 0.7 T 以下、記録線速度 9.0 ~ 28.0 m/s (DVD-R 規格における、ほぼ 3 倍 ~ 8 倍速に相当) で先頭パルスの長さが 1.7 T 以上 2.4 T 以下 (より好ましく

0.7 T 以上 1.0 T 未満 (より好ましくは 0.8 T 以上 0.9 以下) などと変化させることが挙げられる。この例では、記録線速度 9.0 m/s 以上の場合に本発明のパルスストラテジーを採用している。

【0026】このように、線速度に応じて使用するパルスストラテジーを変えることにより、有機色素系光記録媒体の記録線速度依存性を、より完全に補うことが可能であるため好ましい。特にこれは、最短マーク長が 0.30 $\lambda/NA(\mu m)$ ~ 0.45 $\lambda/NA(\mu m)$ ($NA = 0.6$ ~ 0.68, $\lambda = 0.60$ ~ 0.70 μm) で定義される EFM+変調 (8-16変調) のランダムなマーク長変調記録を行う場合に有効である。

【0027】このように、記録線速度に応じてパルスストラテジーを変えることは、等角速度 (CAV) 記録の場合にも有効である。また、例えば DVD-R に対して 1 倍速と 2 倍速で記録する場合には互いにほぼ近いパルスストラテジーでも記録可能な場合が多いので、その場合には、両記録線速度において、本発明のパルスストラテジーの範囲内で記録を行えばよい。記録線速度が 3 倍速、4 倍速と高速になるにつれ、1 倍速や 2 倍速での記録とは記録マーク形成の様相が大きく異なる。その上、現行の DVD-R の多くは反射率が 40% 以上であり、他の光記録媒体と比較して高反射率であるため、種々の光記録媒体の中でも記録感度が比較的悪い。故、記録線速度に応じて上記のように広い範囲でパルスストラテジーを変化させることにより、1 枚の媒体につき、1 倍速から 4 倍速まで良好な記録特性を得ることが可能となる。

【0028】なお、3 倍速にて記録を行う場合のパルスストラテジーにおいては、1 倍速や 2 倍速での記録に用いるパルスストラテジーに対し、少なくとも先頭パルスはより長いことが好ましく、具体的には 1.7 以上に設定することが好ましい。何故ならば、有機色素系光記録媒体の場合、GeSbTe に代表される相変化媒体と異なり、記録線速度が増すと共に大きな記録パワーが必要となるが、大きな記録パワーを使用することにより、記録変調度が極端に増大しやすいという性質がある。しかし、変調度の極端な増加は回転同期用のウォブルの信号品質 (C/N) を低下させ、アドレス用の LPP などの信号品質を悪化させる。それ故、3 倍速以上の高線速記録では、本発明のように、先頭パルスをより長くすることにより記録に必要なレーザーパワーを低下させることができとなる。したがって、極端な変調度の増加を阻止することが可能となりやすい。

【0029】尚、本発明でいう「記録変調度」および「最適記録パワー」とは、記録に用いたピックアップで EFM+変調のランダム信号を記録し再生したときに、 β (最長マークの再生信号波形における振幅の平均出力と、最短マークの同平均出力との差の、ランダム信号記

合)の値が±2%の範囲にある時の変調度(I14/I14H)および記録パワーを示す。また、反射率は上記最適記録パワーで記録したトラックを、DVD-ROM規格に準拠した再生機で再生したときの、波長647nmにおける反射率を示す。

【0030】本発明の記録方法による効果がより顕著に現れるためには、記録線速度X倍速記録における記録と(X+1)倍速記録における記録とで、記録変調度の差が10%以下(特に10%未満)である光記録媒体を用いることが好ましい。10%を超える場合には、たとえ記録線速度1倍速や2倍速での記録においてDVD-Rの規格ver.1.0でのAR(LPPの信号品質の目安。好ましくは15%以上)が20%以上であっても、3倍速で10%、4倍速で10%未満と極端に低下して、記録時のトラッキングや追記が不可能となることがある。また、ウォブルが記録マークにより削りとられ、そのC/Nのノイズが増加し、好ましいC/Nの範囲である30dB(より好ましくは35dB以上)を満たすことが困難となることがある。このような特性を持つ光記録媒体を得るには、記録層に含まれる色素や、基板に設ける案内溝の形状などを適宜調整すればよい。例えば、DVD-Rの記録層に使用される一般的な色素と較べて、吸収極大が比較的短波長にあり、記録波長における吸光度が色素Aより小さい色素を主成分とするか、DVD-Rの記録層に使用される一般的な色素Aを主成分とし、色素Aより吸収極大波長が短波長であり、記録波長における吸光度が色素Aより小さい色素Bを少量添加した記録層を採用することが挙げられる。記録波長における吸光度が比較的大きい色素(上記色素AおよびBでは、色素Aが該当)は、記録用レーザー光を効率よく吸収するため、低パワーで記録可能(記録感度がよい)反面、レーザー光照射による温度上昇割合が高いため、横方向(半径方向)に広がった記録マークが形成されやすく、記録変調度が増大しやすい傾向がある。色素系光記録媒体の場合、一般に、記録速度が増加するほど記録パワーは高くなるので、上記理由から記録変調度の増大も助長されることになる。よって、記録波長における吸光度が比較的小さな色素(上記色素AおよびBでは、色素Bが該当)を添加することにより、記録感度を確保しつつ、変調度の増大を抑制することが可能となる。また、基板に設ける案内溝を比較的深くすることにより、記録線速度の高速化による記録変調度の増大を抑制できる。溝を深くすることにより、記録マークの横方向への広がりを物理的に抑制することができ、また未記録部分の反射率が低くなるため、低線速記録時の記録変調度が計算上増大し、高線速記録時の記録変調度との差を小さくすることができる。具体的には、従来公知の光記録媒体には、深さ15.0~16.0nm程度の案内溝をもつ媒体が多いが、深さ16.0nm以上、好ましくは17.0~18.0nm

条件を適宜組み合わせることにより、記録線速度X倍速における記録と、(X+1)倍速における記録とで、記録変調度の差が10%以下である光記録媒体を得ることができる。

【0031】さらに、再生光パワー(リードパワー P_r 、図4および図5参照。)とオフパルス区間 γ ($n, 2$)~ γ ($n, n-2$)に照射されるレーザーパワー(バイアスパワー P_b 、図4および図5参照。)との比を記録線速度により変えること、具体的には高線速記録の場合は低線速記録の場合より大きくすることは、熱干渉を低減して良好なジッターを得るために有効である。1倍速記録においてはDVD-Rの規格書をはじめ、レーザーパワーの設定は $P_r/P_b=1.0$ が一般的である。2倍速記録では $P_r/P_b=1.0$ でもかまわないが、3倍速以上では $P_r/P_b>1.0$ が好ましく、 $P_r/P_b>2.0$ がより好ましい。ただ、記録線速度が高速になるほど、オフパルス区間 γ が短くなる。このため、記録用レーザー光(出射光)が所定のパワー(Fig. 6における P_w)になるまでの立ち上がり時間や、該パワーからの立ち下がり時間が、オフパルス区間 γ の時間と近い値になり、オフパルス区間 γ (n, k)におけるレーザーパワーが、設定値である P_b まで低下しない内に、次のマルチパルス区間 α (n, k)が開始してしまうことがある。(図6参照)

このように、レーザー駆動用の入力信号の波形と、実際の出射パルスの波形が異なり、出射パルスのバイアスパワー P_b^* が設定値 P_b に満たない場合にも、14.0m/s(DVD-Rにおける4倍速に相当)以上の線速度における記録で良好な特性を得るために、記録パワー P_w に対して $P_b^*/P_w<0.8$ を満たすことが好ましい。より好ましくは $P_b^*/P_w<0.5$ 、特に好ましくは $P_b^*/P_w\leq 0.4$ である。

【0032】次に、本発明の光記録方法に適した光記録媒体の構成について説明する。本発明に使用する光記録媒体は、少なくとも透明基板上に、有機色素を含んだ記録層を有するものであればよい。一例として、上述したように、透明基板上に有機色素を含む記録層、金属反射層、および保護層を順次積層してなる光記録媒体が挙げられ、特に好ましいものとしてDVD-Rが挙げられる。

【0033】本発明に使用できる光記録媒体の透明基板としてはポリカーボネート、ポリメタクリレート、非晶質ポリオレフィン等の樹脂等、公知のものが用いられ、トラッキングサーボ用の案内溝を有している。その溝深さは80~180nmが好ましく、トラックピッチは0.4~0.9μmが好ましい。溝形状はU字溝が好ましい。

【0034】特に、波長600nm~700nmにおける記録再生用の光記録媒体の場合、溝深さは100~2

く、140～170 nmが特に好ましい。また波長400 nm～500 nmにおける記録再生用光記録媒体としては、溝深さは80～150 nmが好ましい。溝深さが80 nm未溝の場合、充分な記録変調度を得ること、及び十分なプッシュプル信号が得ることが困難になる場合があり、上限が180 nmを超えると、基板製造時の転写性の維持および十分な反射率が得ることが困難になる傾向がある。

【0035】またトラックピッチが記録再生波長λ、開口率NAに対して0.7λ/NA未溝の場合には、十分なプッシュプル信号振幅が得られず、トラッキングに問題が生じる場合がある。また、クロストークも大きくなるため良好な記録再生特性が得られず、エラーレートが高くなる可能性がある。従って、記録再生光波長が0.40～0.70 μm、開口率が0.6～0.8である本発明の場合、トラックピッチは0.4～0.9 μmとなるのが好ましい。

【0036】透明基板上に設けられた案内溝の溝幅（半幅のこと）。溝の深さが半分の位置の溝幅）は、0.2～0.4 μmの範囲が好ましい。溝幅0.2 μm未溝では、記録時に溝内に基板の流動変形がおこりやすいため、長マークの波形が歪む傾向があり、ジッターが劣る懼れがある。溝幅が0.4 μmを超える場合には、記録再生ビームスポットが溝内におさまるほど十分に溝が広いので、反射率が低くなり、記録変調度も不十分になる傾向がある。また、溝幅が広いと、これに対応して溝間部が狭くなるため、透明基板製造時に、金型の細い溝部（基板の溝間部に対応）に樹脂がはいりにくく、転写性が低くなる傾向がある。

【0037】より好ましくは、溝幅は0.28λ/NA (μm)～0.31λ/NA (μm)である。0.28λ/NA (μm)未溝では、LPPなどのアドレス用信号部分へのマークの拡大が起こりやすい。また、0.31λ/NA (μm)を超えると、マーク内の熱干渉（マーク終端での熱の蓄積）のせいで記録マークの終端付近の再生波形の歪みが大きくなり、6T～14Tまでの再生波形の底がビーム走行方向に下がる傾向（図工）が大きくなるため、マークのエッジをパルスストラテジーで調整してジッターを低減させる効果がなくなる虞がある。なお、溝幅や溝深さなどの溝形状はSEMやAFMで測定できる。

【0038】本発明の光記録媒体は、記録用のレーザー光を照射された部分の記録層が、該レーザー光を吸収することにより昇温して有機色素の分解温度に達し、有機色素が分解・減量して膜厚が減少するとともにその部分の光学特性が変化した結果、戻り光の位相が変化すること、これに加えて基板の流動変形の影響により、反射率を変化させることにより記録を行い、該反射率の変化を検出することにより再生を行うものである。

て各種添加剤等を溶媒に溶かして得られる溶液を、透明基板上にスピンドルコートすることにより得られる。この溶媒としては、有機色素および各種添加剤を高濃度に溶解し、かつ透明基板を浸食しないものが好ましく、例えば沸点が100～150°Cであり炭素数が3以上のフッ素系アルコール、すなわち、1H、1H、3H-テトラフルオロオロプロパノール、1H、1H、5H-オクタフルオロペンタノール、1H、1H、3H-ヘキサフルオロブタノール等が好ましく用いられる。沸点が100°C未溝の場合には、スピンドルコート時に溶媒が速く気化するため、ディスクの半径40 mmより外周側に塗布液が行きつかず、半径方向の膜厚分布が大きくなる傾向があり、良好な特性が得られない場合がある。また、沸点が150°Cを越える場合には、蒸発に時間がかかる上に、膜中に溶媒が残留しやすく、良好な記録ジッターが得られない場合がある。

【0040】記録層の膜厚は、溝間部（ランド）の膜厚d₁で10 nm～100 nm、溝部（グループ）の膜厚d₂で60 nm～180 nm程度が好ましく、またd₁とd₂の関係は(d₂-d₁)=40 nm～80 nmであることが好ましい。さらに本発明のように高速記録の場合には記録マークが横に広がりやすいため、クロストークなどの低減のためにも、ランド上およびグループ上の記録層の膜厚は従来よりも薄いほうが好ましい。従って、より好ましくはd₁が10 nm～30 nm、d₂が60 nm～100 nmである。

【0041】d₁およびd₂がこの範囲よりも薄い場合には、十分な記録変調度が得られない懼れがある。また、この範囲を越えると膜厚が厚すぎて、記録部がトラック方向やランド方向に広がりやすく、ジッターやクロストークが大きくなる懼れがある。(d₂-d₁)が40 nmよりも小さい場合には、溝部の膜厚が薄すぎるために、十分な記録感度や記録変調度が得られない懼れがある。また80 nmを越える場合には、ラジアルコントラスト（溝横断信号振幅）が小さくなりすぎる場合がある。

【0042】記録層の屈折率nは2.0～3.0、好ましくは、2.3～2.6であり、消衰係数kは0.03～0.10が好ましい。特に本発明のように、高速記録でのマーク内の熱干渉やクロストークの低減が従来よりも強く要求される場合、また、最短マーク長を従来のDVD-Rの0.40 μmよりも短くして高密度化を図る場合には、kが0.04～0.08と、従来のDVD-Rにおける記録層の消衰係数よりも小さめである方が好ましい。

【0043】なお、記録層のn、kの測定は以下の方法により行うことができる。鏡面レプリカに、盤面のおよそ半分の領域をカバーするように記録層形成用溶液を置き、スピンドルコートし、この記録層の一部に反射層をスパッタして、記録層未塗布部分との段差を3次元表面荒さ

して記録層の膜厚を求める。反射層の付いていない記録層において日本分光社製自動波長スキャンエリプソメータ (MEL-30S型) で多入射角測定後、前述の記録層膜厚を参考に集束状況のよい n 、 k を求め、それを探る光学定数 n 、 k とする。

【0044】溝間部の記録層表面から溝部の該層表面までの深さを d_{abs} 、溝部の左右に位置する溝間部における記録層と基板との界面から、溝部における該界面の最底部までの深さを d_{sub} としたとき、 d_{abs} は d_{sub} に対して好ましくは 50%~85%、より好ましくは 55%~80% である。この範囲未満では、溝部の記録層膜厚が厚すぎるため反射率が低くなりすぎたり、熱干渉が大きくて記録マーク同士の間隔が記録マーク長によりまちまちになるため、ジッターが悪くなる懼れがある。また上記範囲を超えると、溝部の記録層膜厚が薄すぎて、プッシュプル信号が小さすぎたり十分な記録変調度が得られない懼れがある。

【0045】金属反射層は、記録層を透過した記録再生用レーザー光を効率良く反射する金属膜であり、特に 600 nm~700 nm で反射率が低下しないためには、記録再生波長 ± 5 nm の波長領域における屈折率が 0.1~1.5、消衰係数 k が 3~8 であるものが好ましい。特に屈折率が 0.1~0.2、消衰係数が 3~5 である場合は高反射率が得られる。しかし、さらに高線速記録を目的とする場合には、金属反射層の反射率、熱伝導度がかかわってくる場合がある。尚、金属反射層は一般的にスパッタリング法にて形成されるが、該スパッタリング工程では、界面酸素量を極力低くしておくことが好ましい。酸素の存在により、熱分解の挙動が大きく変化する色素が多数あるからである。

【0046】本発明の光学記録媒体においては、記録部 (記録マーク) の金属反射層の穴の発生を防止したり、記録部の変形の非対称性を抑制するために、反射層の上に保護層を積層した方が良い。保護層の材料としては紫外線硬化樹脂が好ましい。また、通常は、1 μm 以上、好ましくは 3 μm 以上の膜厚にして、酸素による硬化抑制等がおこらないようにする。さらにその上にホットメルトや紫外線硬化型の接着剤を、少なくとも片面に 1.0~2.0 μm の厚さで設けて、2 枚の貼り合わせをしてよい。

【0047】なお、2 枚のディスクを貼りあわせる場合、貼り合わせの相手面のディスクは、記録再生用の面と全く同じ構成のディスクでも、基板上に設けたアルミニウム等の金属反射層に保護層を積層したディスクでも良いが、貼り合わせた後の記録再生面のトラック方向に対して接線方向のチルト角が 0.3 度以下となるように、両方の面の反りを合わせる必要がある。特に、高線速での記録時には、接線方向のチルト角は 0.1 度未満、半径方向のチルト角は 0.3 度未満が好ましい。

び、基板そのものの偏心には十分注意が必要で、貼り合わせ後の偏心量が 20 μm 以下になるように十分小さくする必要がある。上記範囲を越える場合、極めて高精度の調整がなされるピックアップ (チルトサーボ機構を有するドライブ) を使用しなければ良好なジッター値が得られず、その結果、エラーレートが劣ることになる。特に高線速の記録では、偏心をより小さくすることが求められ、10 μm 以下がより好ましく、5 μm 以下が更に好ましい。

【0049】

【実施例】以下に実施例および比較例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はその要旨を越えない限り、これらの例に限定されるものではない。なお、以下の実施例および比較例におけるパルスストラテジーと評価結果は、いずれも表 1 および表 2 に記載した。

【実施例 1】市販の波長 635 nm での記録用の 4.7 GB DVD-R について、波長 657 nm、NA=0.65 の半導体レーザー搭載の評価機 (パルステック社製「DDU-1000」) にて、任意パルス発生機 (ソニーテクトロニクス社製「AWG610」) でレーザー駆動用のパルスを発生させ、8/16 変調の EFM+ 変調データに対して $\alpha(3, 1) = 2.1 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 1) \sim \alpha(14, 1) = 2.0 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 2) \sim \alpha(14, 12) = 0.8 \text{ T}$ の記録を行った。 $\gamma(3, 1) = 0.9 \text{ T}$ 、 $\gamma(4, 1) \sim \gamma(14, 1) = 1.0 \text{ T}$ 、 $\gamma(4, 2) \sim \gamma(14, 12) = 0.2 \text{ T}$ であった。再生も上記評価機にて行った。

【0050】記録は 2 倍速 (7.0 m/s) 記録で、最短マーク長が 0.40 μm (1 T = 19.2 ns) で行った。記録パワー 1.4 mW でジッターが 10.0%、変調度が 6.8%、波長 647 nm における反射率は 47% で、11 T の波形歪みは小さく、図 1 に近い形であった。

【比較例 1】実施例 1 と同じ光記録媒体に対し、パルスストラテジーのみを $\alpha(3, 1) = 1.4 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 1) \sim \alpha(14, 1) = 1.4 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 2) \sim \alpha(14, 12) = 0.68 \text{ T}$ と変えて記録したところ記録感度が悪く、1.5 mW でもパワーが不足して記録が行えなかった。(1.5 mW では本発明での「最適記録パワー」を判定できる β まで至らなかった。)

なお、同じ光記録媒体に対し、上記とほぼ同じパルスストラテジー、すなわち $\alpha(3, 1) = 1.3 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 1) \sim \alpha(14, 1) = 1.6 \text{ T}$ 、 $\alpha(4, 2) \sim \alpha(14, 12) = 0.65 \text{ T}$ として、1 倍速 (3.5 m/s) で記録したところ、記録パワー 1.1.6 mW でジッターが 7.9% と、良好な記録ができた。

【0051】尚、本発明での測定はすべてディスクの半径 40.0 mm~40.2 mm で実施例 1 記載の評価機を用いて記録し、再生はすべて 3.5 m/s で行った。

タであり、最短マーク長が3 T、最長マークが14 Tである。また、表1に記載の全ての例において、レーザーパワーの設定は $P_r/P_b = 1.4$ で、 $P_r = 0.7 \text{ mW}$ である。なお、 $P_r/P_b = 1.0$ 、 $P_r = 0.7 \text{ mW}$ でも同様の結果を得た。本発明の実施例・比較例にて使用した半導体レーザーの場合、記録用レーザー光(出射光)が所定のパワー(記録パワー)になるまでの立ち上がり時間や、該パワーからの立ち下がり時間は、各々約3 nsであった。このため、記録線速度が高い場合、例えば4倍速の場合には、オフパルス区間で、実際の出射パルスにおけるバイアスパワー P_b^* が、入力信号におけるバイアスパワー P_b まで低下せず、より大きくなる場合があった。(図キ参照)

本発明の実施例・比較例における P_r/P_b の値は、入力信号における値であり、実施例1～12、14、比較例1～6にて用いた半導体レーザーの場合、 $P_r/P_b = 1.4$ と設定し、4倍速(14.0 m/s)記録を行った時の $P_b^*/P_b = 0.3 \sim 0.4$ (at $\gamma(4, 2) \sim \gamma(4, 12)$)であった。4倍速以外での記録時には、 P_b^* は P_b と同じ値であった。

【実施例2～実施例6、比較例2～比較例3】ディスク面内半径23 mm～58 mmの範囲において、溝幅が0.29 μm ～0.31 μm 、溝深さが160 nm～170 nmの幅でそれぞれ変化しており、トラックピッチが0.74 μm の案内溝を有するポリカーボネート基板に、含金属アゾ系色素を含む溶液をスピンドルコートし、650 nmに最も近い吸収極大波長が609 nmである記録層を形成した。

【0052】なお、案内溝上の記録層表面に生じた溝深さは100 nm～110 nmとなるようスピンドルコートした。従って、 $d_{abs}/d_{sub} = 59\% \sim 69\%$ 、 $d_l = 15 \text{ nm} \sim 25 \text{ nm}$ 、 $d_g = 65 \text{ nm} \sim 95 \text{ nm}$ 、 $d_g - d_l = 50 \text{ nm} \sim 70 \text{ nm}$ 、記録層の波長660 nmにおける(n, k) = (2.35, -0.06)であった。該記録層の上に銀を85 nmスパッタして金属反射層を形

成し、紫外線硬化樹脂(大日本インキ社製「SD-318」)を5 μm ～6 μm スピンドルコートして保護層とし、さらに約15 μm の厚さの遅延硬化紫外線硬化タイプの接着剤を介して、ダミー基板(上記基板に銀をスパッタし紫外線硬化樹脂をスピンドルコートしたディスク)の紫外線硬化樹脂層の面を貼りあわせた。

【0053】このディスクの40.0 mm～40.2 mmに、実施例1と同様の機器を使用し、表1に記載した条件で記録を行った。波長647 nmにおける反射率は4.5%であった。

【実施例7～実施例9、比較例4、比較例5】実施例2と同じ基板に、別の含金属アゾ色素を含有する溶液をスピンドルコートし、650 nmに最も近い吸収極大波長が598 nmである記録層を形成した。 d_{abs} 、 d_l 、 d_g 、 $(d_g - d_l)$ 、および d_{abs}/d_{sub} の値は、実施例2とほぼ同様であった。記録層の(n, k)は、波長660 nmでそれぞれ(2.40, -0.06)であった。

【0054】次に実施例2と全く同様にして2枚のディスク面を貼りあわせ、実施例2と同じ機器を用い、表1に示す条件で記録を行った。反射率は660 nmで5.3%であった。実施例7および9と、比較例6を比較すると、本発明のパルスストラテジーを採用した場合には、記録線速度が3倍速の場合でも15 mW以下で記録可能であり、ジッターも7.4%および7.2%と良好だが、従来のパルスストラテジーを採用した比較例6では、ディスクの感度が不十分であり、これをパルスストラテジーで補うことが出来ないため、記録パワー15 mW以下では記録が出来なかった。

【0055】また本発明のパルスストラテジーを使用した実施例8は、従来のパルスストラテジーを採用した比較例5と比較して、より低い記録パワーで記録可能で、しかもジッターがより低いことが判る。

【0056】

【表1】

表 1

例	媒体	$\alpha(3,1)$	$\alpha(4,1) \sim \alpha(14,1)$	$\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12)$	記録速度 (m/s)	記録パワー (mW)	11T 波形 タイプ	ジッター ³ (%)
実施例 1	①	2.1T	2.0T	0.8T	7.0 (2倍速)	14.0	ウ	10.0
実施例 2	②	2.0T	2.0T	0.8T	14.0 (4倍速)	13.4	ウ	8.4
実施例 3	②	2.1T	2.0T	0.8T	14.0 (4倍速)	13.2	ウ	7.8
実施例 4	②	1.9T	2.0T	0.8T	14.0 (4倍速)	13.0	ウ	8.8
実施例 5	②	2.3T	2.3T	0.9T	14.0 (4倍速)	12.8	イ	9.4
実施例 6	②	2.3T	2.3T	0.75T	14.0 (4倍速)	12.8	イ	9.2
実施例 7	③	2.1T	2.0T	0.8T	10.5 (3倍速)	15.0	ウ	7.4
実施例 8	③	2.1T	2.0T	0.8T	7.0 (2倍速)	11.2	イ	8.2
実施例 9	③	2.1T	2.0T	0.7T	10.5 (3倍速)	14.8	ウ	7.2

*3 : EQ (エコライザーのゲイン) = 3.2 dBで測定した。

【0057】

【表2】

表 1 (つづき)

例	媒体	$\alpha(3,1)$	$\alpha(4,1) \sim \alpha(14,1)$	$\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12)$	記録速度 (m/s)	記録パワー (mW)	11T 波形 タイプ	ジッター ³ (%)
比較例 1 ²	①	1.4T	1.4T	0.68T	7.0 (2倍速)	>15 パワーフィルム不足	—	—
比較例 2	②	2.0T	1.5T	0.6T	14.0 (4倍速)	12.0	ア	>15
比較例 3	②	2.0T	2.0T	0.6T	14.0 (4倍速)	13.0	ア	10.4
比較例 4 ²	③	1.4T	1.4T	0.68T	10.5 (3倍速)	>15 パワーフィルム不足	—	—
比較例 5 ²	③	1.4T	1.4T	0.68T	7.0 (2倍速)	14.2	イ	7.2

*2 : マーク間補償を行った

*3 : EQ = 3.2 dBで測定した。

【0058】【実施例10】実施例7で作成したディスクに対して、記録線速度を1倍速(3.5m/s)から3倍速(10.5m/s)まで変化させ、記録を行った。1倍速では $\alpha(3,1) = 1.6T$ 、 $\alpha(4,1) \sim \alpha(14,1) = 1.7T$ 、 $\alpha(2,1) \sim \alpha(14,12) = 0.65T$ で、記録パワー8.4mW、変調度6.0%、ジッターは7.6%と良好であった。

【0059】2倍速では $\alpha(3,1) = 1.4T$ 、 $\alpha(4,1) = 1.5T$ 、 $\alpha(5,1) \sim \alpha(14,1) = 1.4T$ 、 $\alpha(2,1) \sim \alpha(14,12) = 0.68T$ で、記録パワー14.6mW、変調度6.6%、ジッターは7.0%であった。3倍速での記録は実施例7として上述した通りであり、記録パワー15.0mWで変調度6.9%、ジッターは7.4%であった。1倍速から3倍速において、X倍速から(X+1)倍速に記録線速を変えた場合の変調度の増加は、各々10%未満で、ウオブルC/Nは3倍速でも35dBであり、ARも19%と良好であった。

$(3,1) \sim \alpha(14,1) = 1.2T$ 、 $\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12) = 0.62T$ で行い、2倍速記録を、 $\alpha(3,1) \sim \alpha(14,1) = 1.3T$ 、 $\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12) = 0.68T$ で行っても、実施例10と同様な良好な記録ができた。

【実施例12】実施例2において、 $\alpha(3,1) \sim \alpha(14,1) = 1.7T$ 、 $\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12) = 0.67T$ とし、記録速度10.5m/s(3倍速)としたところ、記録パワーは12.4mW、ジッター9.4%であった。なお、記録時にはマーク間補償を行った。11Tマークの再生波形の形状は図イのタイプであった。

【実施例13】実施例3において、評価機(パルステック社製「DDU-1000」)における半導体レーザーを波長662nm、NA=0.60であるものに変更し、 $\alpha(4,2) \sim \alpha(14,12) = 0.9T$ として、記録速度17.5m/s(5倍速)にて記録した後、評価を行った。結果、記録パワーは18.6mWで

評価機の記録パワーの上限は24.0mWとなつたため、十分記録可能であった。また変調度は70%、ジッターは10%であった。

【0060】

【表3】

表 2

例	媒体	記録速度 (m/s)	$\alpha(3,1)$	$\alpha(4,1) \sim \alpha(14,1)$	$\alpha(n,2) \sim \alpha(n,n-2)$	記録パワー (mW)	変調度 (%)	ジッター ⁴ (%)
実施例 10	③	3.5 (1倍速)	1.6T	1.7T	0.65T	8.4	60	7.6
		7.0 (2倍速) ²	1.4T	1.4T ¹	0.68T	14.6	66	7.0
		10.5 (3倍速)	2.1T	2.0T	0.80T	15.0	69	7.4
実施例 11	③	3.5 (1倍速)	1.2T	1.2T	0.62T	8.8	60	7.8
		7.0 (2倍速) ²	1.3T	1.3T	0.68T	15.0	66	7.2

* 1 : 但し、 $\alpha(4,1)$ のみ 1.5T

* 2 : マーク間補償を行った

* 3 : EQ = 3.2 dB で測定した。

【0061】【実施例14】実施例2のディスクにおいて、 $P_r = 0.7 \text{ mW}$ とし、1倍速～2倍速記録において、レーザーパワーの設定を $P_b = 0.7 \text{ mW}$ ($P_r/P_b = 1.0$)、3倍速記録で $P_b = 0.5 \text{ mW}$ ($P_r/P_b = 1.4$)、4倍速記録で $P_b = 0.2 \text{ mW}$ ($P_r/P_b = 3.5$) とした。通常、3倍速記録や4倍速記録のような高記録パワーでのランダム記録における最短マーク長記録部では、熱干渉により生じるジッターの劣化が見られる傾向があるが、 P_r/P_b の値を調整することにより、記録パワーを 15 mW まで上昇させてもジッターの低減が見られず、ジッターの記録パワーマージンが広がり良好であった。【比較例6】実施例2において、色素溶液の溶媒、塗布時の温度、湿度、塗布回転条件を変えて、色素膜厚（特にランド部の膜厚）をやや厚くし、記録線速度による変調度の増加の大きいディスクを作製した。

【0062】比較例4と同じ従来のパルスストラテジーを用いて記録を行ったところ、1倍速記録の変調度が58%の場合には、記録部のオーブルC/Nが-40 dB であったものが、2倍速記録で変調度が70%の場合にはノイズが8 dB も上昇し、-32 dB とかなり減少した。ARも2倍速では13%と、スペックを満たさなかつた。

【0063】

【発明の効果】本発明によれば、記録層に有機色素を含有し、400 nm～700 nm で記録再生可能な光記録媒体において、コンピュータ用途にも適応した高線速記録が可能となり、その溝信号などに対する悪影響を低減し、また、記録層の記録感度の不足を補う記録が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のパルスストラテジーを用いた有機色素系光記録媒体への記録における、記録感度の記録線速度依存性を示す図である。

【図2】 $\alpha(n,1)$ の長さと記録感度の関係を示す図である。

【図3】従来のパルスストラテジーと本発明のパルスストラテジーの違いを説明する図である。

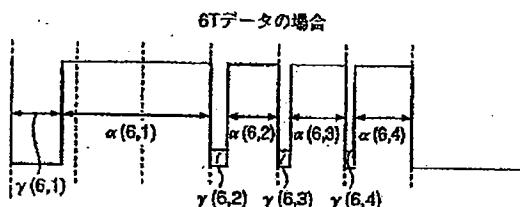
【図4】本発明のパルスストラテジーの各パラメータ (α および γ) を説明する図である。

【図5】(図ア～エ) 6T～11Tのマーク長の、オシロスコープでの再生波形における波形歪みの善し悪しを説明する図である。

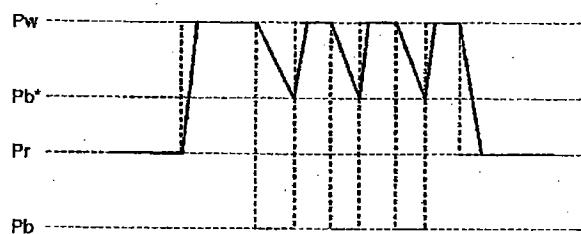
【図6】リードパワー P_r とバイアスパワー P_b を説明する図である。

【図7】リードパワー P_r とバイアスパワー P_b^* および P_b を説明する図である。

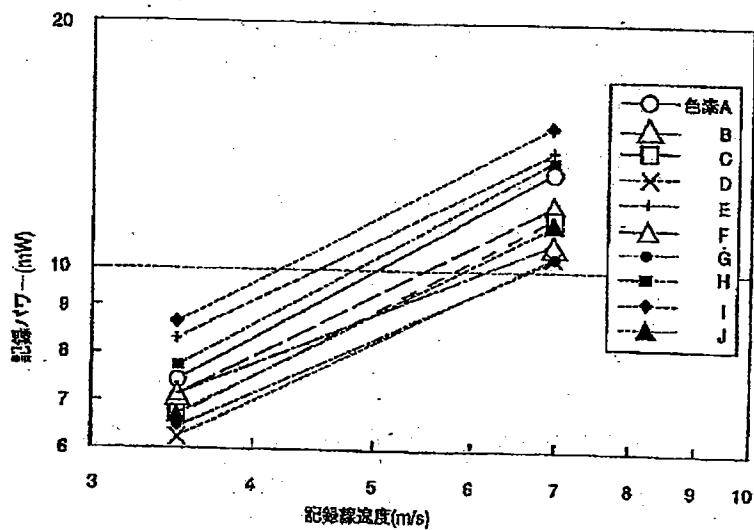
【図4】



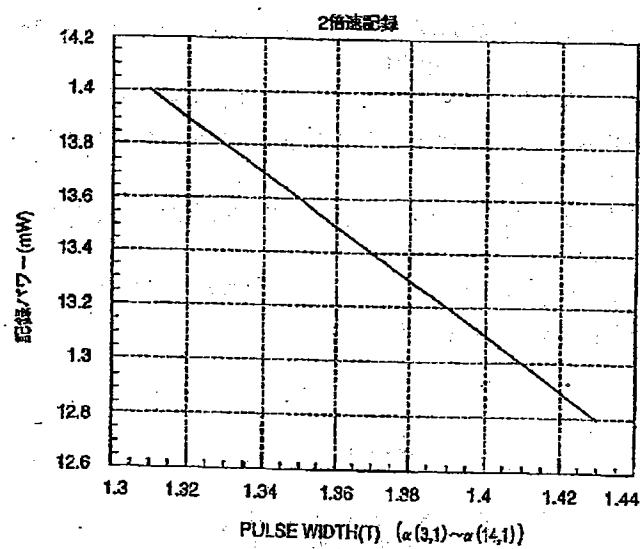
【図7】



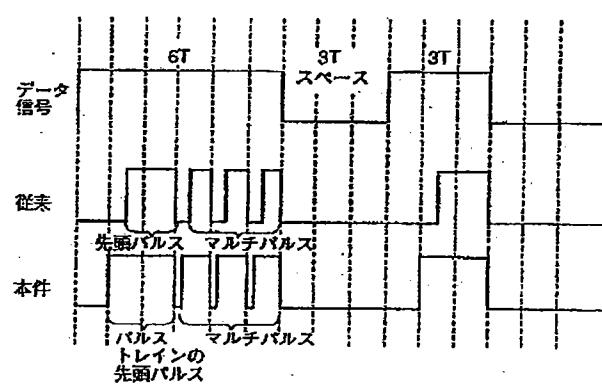
【図1】



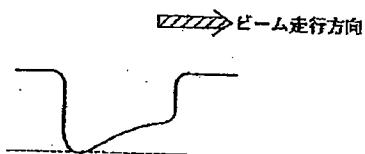
【図2】



【図3】



【図5】



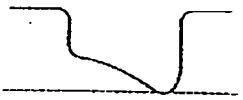
図ア (先端パルスが長すぎてバランスが悪い場合)



図イ (熱的バランスがとれていて良好な場合)

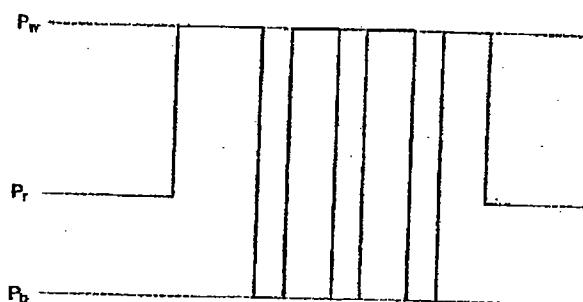
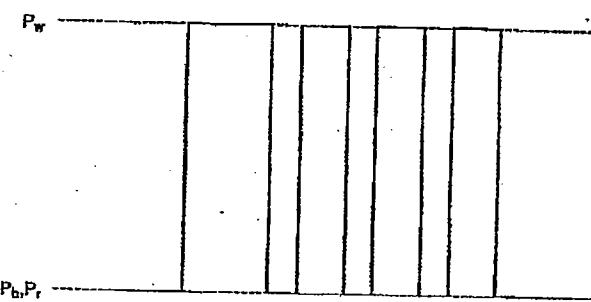


図ウ



図エ (消幅が広すぎる場合)

【図6】

図オ $P_r > P_b$ の場合図カ $P_r = P_b$ の場合